浅析自立塔式中波小天线天馈匹配网络的原理和调试

摘　要：本文主要介绍了本台自立塔式中波小天线天馈匹配网络的原理和调试过程。

关键词：自立塔式中波小天线；匹配网络；原理；调试
中图分类号：TN832　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）05-086-03　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.05.026

文 / 罗宇

引言

我台新架一座 48 米高的自立塔式中波小天线，天线采用了实用的自立式钢塔结构，无拉线，占地面积小，维护方便，用来实现 900KHz 和 1206KHz 双频共塔播出。该天线调配双工网络的设计原理使天线的带宽得以展宽，带外衰减大大提高，有效防止了本台或临近台其他频率之间的相互串扰，同时使天线端与发射机之间形成物理隔离，并形成多次防雷接地，从而大大提高了发射机的防雷效果[1]。这里，主要介绍我台中波小天线天馈匹配网络的原理和调试过程。

1. 天馈匹配网络各部分功能

1.1 预调网络

由于中波小天线对不同的工作频率有不同的天线输入阻抗，预调网络可以使两个不同频率的天线输入阻抗转变成比较接近的数值。如果没有预调网络的接入，会因阻抗的差异过大而造成天线端的电压、电流差异很大，天线端的泄漏电压相差也大，容易造成串音；也会造成一路的阻塞网络的视在功率大，匹配网络的视在功率也大，会影响发射机的效率和稳定性，所以要加入预调网络。

1.2 阻塞网络

双工网络中的阻塞网络主要起相互隔离，防止互窜的作用，本频通过时阻抗小，阻塞它频时阻抗大。

1.3 阻抗匹配网络

通过匹配网络使天线与馈线达到阻抗匹配，才能将发射机输出的高频能量最有效地传播出去，若天线与馈线失配，不仅影响馈线的传输效率，还将在馈线上产生反射波从而形成驻波，给发射机的稳定工作带来不利的影响，甚至给设备造成不必要的损坏。匹配网络型式有四种，分别为Γ型、倒Γ型、T 型、π 型[2]。

Γ 型网络：从原理上讲，Γ 型网络可以对任意阻抗进行转换，为了保证天调网络具有一定的带宽，天调网络必须满足 Q 值的要求。因为 Γ 型网络只有两个元件组成，它的 Q 值是不能变化的，经设计后的双工匹配网络要在满足网络 Q 值的前提下才可以使用。

T 型匹配网络：T 型网络可以对任意阻抗进行转换，由于增加了一个串臂元件，它可以看作是倒 Γ 型网络和正 Γ 型网络的并臂并联组成的，它可以通过选取不同的元件值来改变 Q 值，满足网络对 Q 值的要求。

π 型匹配网络：π 型网络也可以对任意阻抗进行转换，由于增加了一个并臂元件，它可以看作是正 Γ 型网络和倒 Γ 型网络串臂串联组成的，它也可以通过选取不同的元件值改变 Q 值，满足网络对 Q 值的要求。

我台中波小天线采用的是 Γ 型匹配网络。

1.4 陷波网络

陷波网络在天调网络中往往起着滤波的作用，对网络的阻抗没有影响，其形式有串联谐振和并联谐振的多种组合。

2. 自立塔式中波小天线天馈网络器件构成和作用

我台自立塔式中波小天线天馈网络原理图如图 1 所示。网络中各器件的构成和作用是：（1）L1 和 C1 对 900KHz 构成并联谐振，让馈线送来的 900KHz 射频信号不落地，高效传输到 Γ 型网络进行阻抗匹配，同时利用 L1 的抽头位置可改变输入阻抗；（2）L2 和 C2 构成 Γ 型网络实现阻抗变换；（3）L4 和 C4 组成并联谐振阻塞 1206KHz 进入本网络，对 900KHZ 来说呈感性，它与 C3 组成串联谐振为 900KHz 提供通路，但是不易调整，因此加入了 L3 方便调整；（4）L0 为预调网络，同时还有防雷作用。对 1206KHz 网络只是少了 C3，因为 L4" 和 C4" 组成并谐对 1206KHz 来说呈容性，它与 L3" 实现串谐也方便调整。

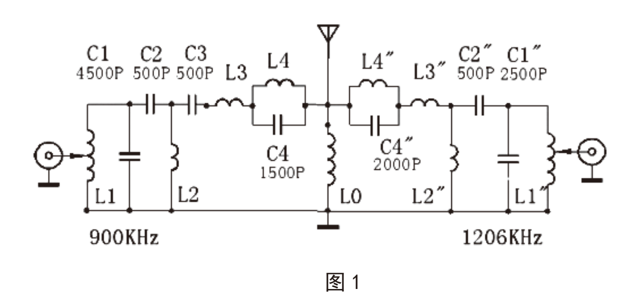


图 1

3. 天馈匹配网络的调试

调试天馈匹配网络过程如下：

第一步，测量小天线对两个频率的输入阻抗。断开小天线与网络的所有接点，网络分析仪正端接小天线，负端接地，测得：900KHz 的阻抗 ZA=38.3− j 13.2，1206KHz 的阻抗 ZA=51.6− j 8.3。

第二步，把 L0 与小天线接上，其他网络器件仍不用接，进行调试，改变 L0 的电感量，找到一个使两个频率的阻抗实部比较接近的最佳点，最后测得的是：900KHz 的阻抗 ZA=45− j 13，1206KHz 的阻抗 ZA=49.5− j 10.4。此时，预调网络 L0 算已调好了。

第三步，调整由 L4 和 C4 组成的阻塞网络，以阻塞另一个频率 1206KHz，独立测 L4 和 C4 并联谐振点。将连接 L4、C4 的其他器件断开，接上网络分析仪并设置在 1206KHz 范围中，通过调整 L4 电感量，让其谐振在 1206KHz。

第四步，调整 L4、C4 和 L3、C3 组成的串谐网络。应把连接着的其他器件断开，将网络分析仪设置在 900KHz 范围中，调整 L3，让其谐振在 900KHz。

第五步，调整由 L1 和 C1 组成的并联谐振。将网络分析仪设置在 900KHz 范围中，调整 L1 电感量让其谐振在 900KHz。

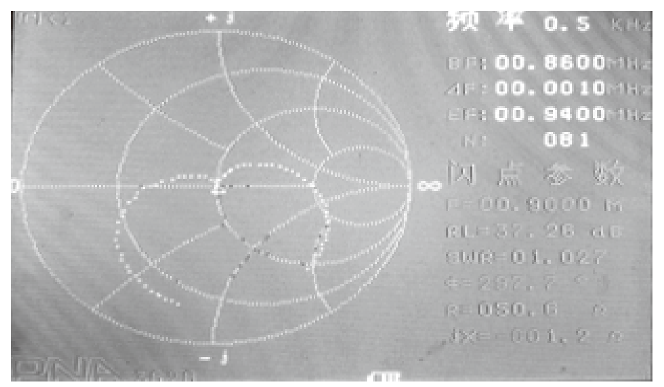
第六步，把天调网络所有的接点都连接上，调整由 L2 和 C2 组成的 Γ 型阻抗匹配网络。把网络分析仪接到 900KHz 的网络柜输入端，调整 L2 的电感量，同时改变 L1 的抽头位置，使输入阻抗接近于馈线的阻抗。我们最后调到的阻抗是 ZA=50.6− j 1.2，这样，双频共塔 900KHz 这边的天调网络就算调试完成了。

用同样的方法对另一边 1206KHz 网络完成调试。经过调试后，我们在 1206KHz 的网络柜输入端测得的阻抗是 ZA=50.2− j 1.2。

用网络分析仪测得小天线对应两频点的天馈匹配网络指标数据如表 1、图 2 和图 3 所示。

表 1　小天线天馈匹配网络指标

工作频率		900KHz	1206KHz
功　率		1KW	1KW
测试仪器		PNA3628DP 矢量网络分析仪	
载频点	阻抗	50.6–j1.2	50.2–j1.2
	驻波比	1.035	1.031



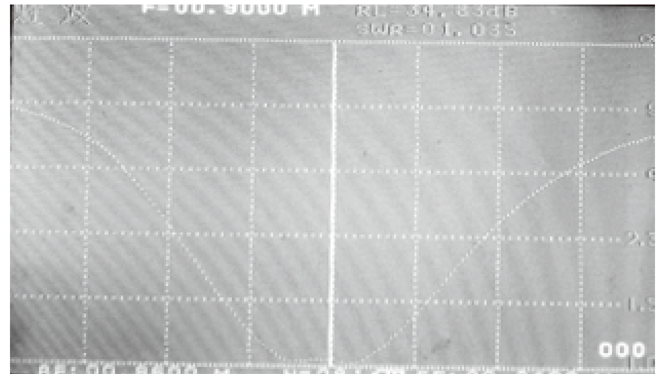
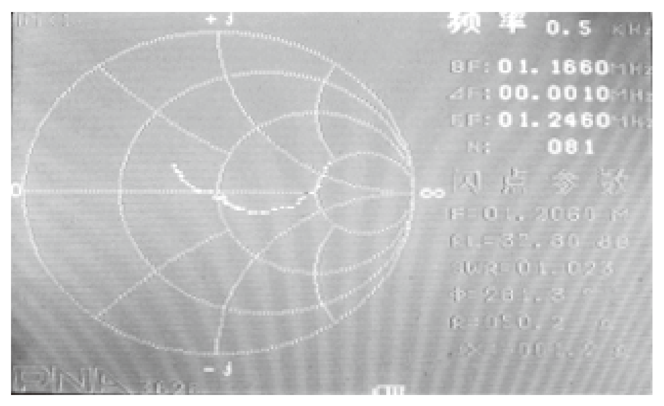


图 2　900KHz 阻抗及驻波



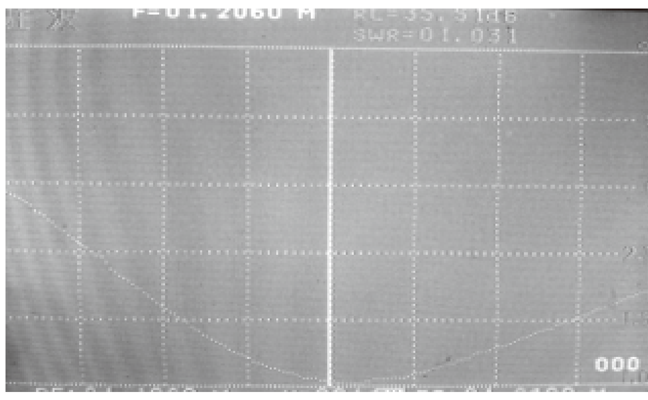


图 3　1206KHz 阻抗及驻波

第七步，把发射机接通天线测量电声指标。自立塔小天线天馈网络调试完毕后，把发射机倒换到小天线，用调幅音频综合测试仪分别测量了对应两部发射机的三大电声指标，经测试，三大电声指标均达到了部颁的甲级标准。

第八步，送信号试播并收测播出效果。我们用 1KW

PDM 发射机全功率试播，900KHz 和 1206KHz 的两部发射机稳定运行，机器指标参数正常，经红外测温枪检测发射机和天馈网络温度正常。由于气候、天气的影响，有时需要对天调网络进行微调，达到最佳工作状态。

在城市郊区不同地点收测信号场强，与现有的 68 米拉线塔发射覆盖的效果相比较（对照表如表 2 所示），场强基本一样，收听的广播声音清晰，在开阔的地段小天线的收听效果还略好一些。

表 2

新老塔场强对照表

地点	频率（KHz）	老塔（拉线塔）（dB）	新塔（小天线）（dB）	差值（dB）
人民医院（南 5KM）	900	85	87.2	-2.2
	1206	78	78	0
大坝镇汤湖村（北 5KM）	900	84	80.2	3.8
	1206	78	72.7	5.3
结论	县区（主服务区）方向，新塔增益大于 2dB。			

结语

随着全国城市化的发展，土地资源越来越珍贵，而中波发射台站通常需要占用大量的土地面积，与当今社会发展有所冲突。中波小天线由于尺寸小，重量轻，占用土地面积不大，很好地解决了这个问题。我们台作为广东省广播电视技术中心下属台站建设的第一座 48 米自立塔式中波小天线，具有标杆作用，投入使用后，经过两年多时间的观察，其工作是稳定可靠的，为场地受限制的台站对天线的选择提供了一种可行的解决方案。媒

参考文献

[1] 金明．中波广播电视发射台理论基础及设备维护维修技术手册．中国广播电视出版社，659-692.

[2] 伍嘉煦．中波广播发射天线双工匹配网络的设计与实现[N]. 电子科技大学，2011-10-01．

（作者单位：广东省和平中波转播台）

（上接第 45 页）

上去，通过新媒体与传统媒体市场的融合，建立更大的信息传播平台，从而吸引更多受众的关注。在二者融合的进程中，要将网络技术与数字技术的优势充分发挥，相互借鉴，取长补短，将新媒体的内容优势与传统媒体的发展根基充分利用，实现二者的有机融合。

5.5 加强互动

交互式媒体融合发展已经成为传统媒体和新媒体融合发展的必然趋势。目前，媒体传播的方式随着科技的发展而不断变化，并逐渐向数字化方向发展。利用互联网、大数据平台等高科技手段将媒体信息无时不有、无处不在地传递给受众。

结语

实现传统媒体与新媒体的融合，需要二者的相互促进、取长补短。二者的融合既是媒体发展的必然，更是实现媒体业进一步发展的关键。在二者的融合中，要勇于突破困境，抓住机遇，开创媒体发展的新局面，为促进我国媒体业更好、更快地发展奠定基础。媒

参考文献

[1] 隗建华．关于传统媒体和新媒体融合发展的思考 [J]. 新媒体研究，2017（1）：78-79.

[2] 刘兆权．传统媒体与新媒体融合的方式思考 [J]. 科技传播，2014（14）：6，10.

[3] 马新莉，张海珍．探讨新媒体时代的传统媒体发展之路 [J]. 价值工程，2011（2）：303.

[4] 刘小奇．树立互联网思维 促进新媒体发展——传统媒体和新兴媒体融合发展的几点思考 [J]. 新闻知识，2014（11）：112.

[5] 济生．传统媒体与新媒体融合发展的宏观思考 [J]. 前线，2014（12）：45-47.

（作者单位：克拉玛依日报社）